

**STUDI ANALISIS INTENSITAS PENGGUNAAN ENERGI
DAN PELUANG PENINGKATAN KINERJA ENERGI PADA
INDUSTRI FARMASI DI PT PHAPROS Tbk SEMARANG**

TESIS

Untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Pendidikan Strata Dua (S-2)
sebagai Magister Energi pada Program Studi Magister Energi



Disusun Oleh :

MUHAMMAD ALI

30000420410012

PROGRAM STUDI MAGISTER ENERGI

SEKOLAH PASCASARJANA

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2023

PERSETUJUAN UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini. Dosen Pembimbing dari :

Nama : Muhammad Ali
NIM : 30000420410012
Program Studi : Magister Energi
Judul Tesis : STUDI ANALISIS INTENSITAS PENGGUNAAN
ENERGI DAN PELUANG PENINGKATAN
KINERJA ENERGI PADA INDUSTRI FARMASI DI
PT PHAPROS Tbk SEMARANG

Menyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah melaksanakan Ujian Proposal Tesis dan Ujian Seminar Hasil Tesis sehingga menyetujui dan layak untuk melaksanakan Ujian Tesis.

Semarang, 23 Juni 2023

Pembimbing I



Dr. Ir. Jaka Windarta, MT, IPU ASEAN

NIP. 196405261989031002

Pembimbing II



MSK Tony Suryo Utomo, ST, MT, PhD NIP. NIP

NIP.197104211999031003

PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ali

NIM : 30000420410012

Program Studi : Magister Energi, Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian ini merupakan hasil penelitian saya sendiri yang dibantu oleh dosen pembimbing yang mana dalam penelitian ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, Juni 2023



(Muhammad Ali)
NIM 30000420410012

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

STUDI ANALISIS INTENSITAS PENGGUNAAN ENERGI DAN PELUANG PENINGKATAN KINERJA ENERGI PADA INDUSTRI FARMASI DI PT PHAPROS Tbk SEMARANG

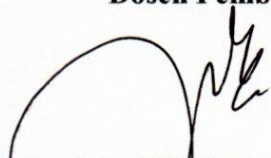
Disusun Oleh:

MUHAMMAD ALI
30000420410012

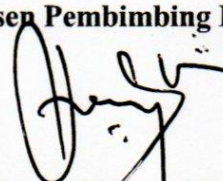
Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji
Pada Tanggal: 27 Juni 2023

Mengetahui,
Komisi Pembimbing

Dosen Pembimbing I

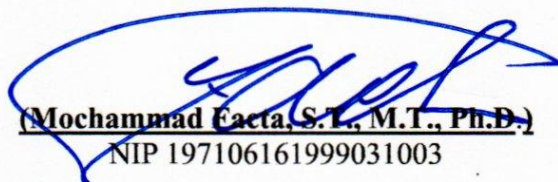

(Dr. Ir. Jaka Windarta, MT, IPU ASEAN)
NIP 196405261989031002

Dosen Pembimbing II

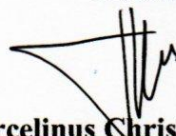

(MSK Tony Suryo Utomo, ST, MT, PhD)
NIP 197104211999031003

Tim Penguji,

Dosen Penguji I


(Mochammad Facta, S.T., M.T., Ph.D.)
NIP 197106161999031003

Dosen Penguji II

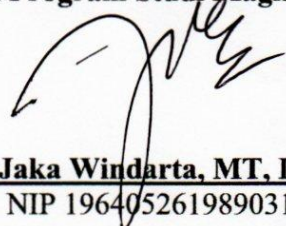

(Ir. Marcelinus Christwardana, S.T., M.T., Ph.D.)
NIP H.7.199004152022041001

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh
gelar Magister Energi
Tanggal: 27 Juni 2023



(Dr. Rb. Sularto, SH, M. Hum.)
NIP 196701011991031005

Ketua Program Studi Magister Energi


(Dr. Ir. Jaka Windarta, MT, IPU ASEAN)
NIP 196405261989031002

**PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Ali
NIM : 30000420410012
Program Studi : Magister Energi, Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**STUDI ANALISIS INTENSITAS PENGGUNAAN ENERGI DAN PELUANG
PENINGKATAN KINERJA ENERGI PADA INDUSTRI FARMASI DI PT
PHAPROS Tbk SEMARANG**

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Magister Energi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dibuat di: Semarang
Pada Tanggal, Juni 2023
Yang menyatakan



Muhammad Ali
(Muhammad Ali)
NIM 30000420410012

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyusun proposal tesis yang berjudul “Studi Analisis Intensitas Penggunaan Energi dan Peluang Penghematan Penggunaan Energi pada Industri Farmasi di PT Phapros Tbk Semarang)”.

Pada kesempatan kali ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membimbing, memberi bantuan, arahan dan saran dalam penyusunan proposal tesis ini kepada :

1. Dr. Ir. Jaka Windarta, M.T., IPU, Asean.Eng. selaku Ketua Program Studi Magister Energi Universitas Diponegoro Semarang, sekaligus sebagai dosen pembimbing yang sudah memberi bimbingan dan arahan dalam penyusunan proposal tesis.
2. Mohamad Said Kartono Tony Suryo Utomo, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan sehingga proposal ini dapat terselesaikan.
3. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Magister Energi yang telah memberikan pengajaran yang sangat luar biasa kepada penulis.
4. Teman – teman Sahabat Program Studi Magister Energi beserta keluarga yang telah memberi dukungan.
5. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya proposal tesis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis memohon maaf apabila terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan proposal tesis ini. Oleh karena itu, masukan, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan guna penyempurnaan proposal tesis ini kearah yang lebih baik.

Semarang, Juni 2023

Penulis

INTISARI

Pada penelitian ini penulis melakukan evaluasi manajemen energi dengan tujuan mengidentifikasi konsumsi energi yang digunakan untuk kegiatan proses produksi di industri farmasi. Berdasarkan data penggunaan energi dalam proses produktivitas, nilai Intensitas Energi (EI) berkisar antara 0,020-0,695 GJ/kg. Dari nilai IE tersebut, pada setiap proses produktivitas rata-rata nilai IE dapat dijadikan acuan sebagai nilai batas konservasi energi sebesar 0,125 GJ/kg. Dari gambaran pola konsumsi energi total terlihat bahwa penggunaan energi listrik cenderung lebih besar yaitu sekitar 66,37% dibandingkan dengan konsumsi CNG dan solar yang hanya mengkonsumsi 31,80% dan 1,83%. Total penggunaan energi untuk listrik rata-rata sebesar 1.105,56 MWh/bulan, bahan bakar CNG sebesar 1.895,54 MMBTU/bulan dan solar sebesar 3,04 liter/bulan. Dari sisi sistem peralatan, konsumsi listrik terbesar ditanggung oleh sistem HVAC yang mengkonsumsi sekitar 55,56% dari total energi listrik. Dari gambaran distribusi penggunaan energi listrik dapat dikatakan bahwa sistem HVAC adalah SEU (Significant Energy Use). Berdasarkan kondisi aktual menunjukkan bahwa nilai COP aktual yang diperoleh adalah 2,49-2,98 dengan deviasi desain sekitar 1,24%-27,74% dan nilai EER 1,18-1,41 kW/TR dengan nilai deviasi desain sekitar 1,17%. -38,22% sedangkan Nilai IKE cenderung berfluktuatif yaitu berkisar 0,022-0,695 GJ/kg. Untuk nilai rata-rata IKE adalah sebesar 0,125 GJ/kg. Jika dilihat dari konsumsi energi terhadap proses produksi setiap bulannya, terlihat bahwa nilai produktivitas rata-rata cenderung “tidak efisien”. Nilai COP dan EER masih dapat ditingkatkan agar performa lebih optimal.

Kata kunci: Energi, Intensitas Energi, listrik, CNG, bahan bakar solar, SEU

ABSTRACT

In this study the authors conducted an evaluation of energy management with the aim of identifying energy consumption used for production process activities in the pharmaceutical industry. Based on data on energy use in the productivity process, the Energy Intensity (EI) value ranges from 0.020-0.695 GJ/kg. From these IE values, in each productivity process the average IE value can be used as a reference as an energy conservation limit value of 0.125 GJ/kg. From the description of the pattern of total energy consumption, it can be seen that the use of electrical energy tends to be greater, namely around 66.37% compared to the consumption of CNG and diesel which only consume 31.80% and 1.83%. The total energy use for electricity is an average of 1,105.56 MWh/month, CNG fuel is 1,895.54 MMBTU/month and diesel is 3.04 liters/month. In terms of equipment systems, the largest electricity consumption is borne by the HVAC system which consumes around 55.56% of the total electrical energy. From the description of the distribution of electrical energy use, it can be said that the HVAC system is SEU (Significant Energy Use). Based on actual conditions, it shows that the actual COP value obtained is 2.49-2.98 with a design deviation of around 1.24%-27.74% and an EER value of 1.18-1.41 kW/TR with a design deviation value of around 1.17%-38.22%. while the IKE values tend to fluctuate, ranging from 0.022 to 0.695 GJ/kg. For the average value of IKE is 0.125 GJ/kg. When viewed from the energy consumption of the production process each month, it can be seen that the average productivity value tends to be "inefficient". COP and EER values can still be increased so that performance is more optimal.

Keywords: Energy, Energy Intensity, Electricity, CNG, Diesel Fuel, SEU

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1. Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2. Perumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3. Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.4. Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.5. Originalitas Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1. Konservasi Energi	Error! Bookmark not defined.
2.2. Audit Energi	Error! Bookmark not defined.
2.3. PT Phapros Tbk.....	Error! Bookmark not defined.
2.4. Sumber Energi PT Phapros Tbk.....	Error! Bookmark not defined.
2.5. <i>Specific Energy Consumption</i> (SEC)	Error! Bookmark not defined.
defined.	
2.6. <i>Significant Energy Uses</i> (SEU).....	Error! Bookmark not defined.
2.7. Sistem Kelistrikan	Error! Bookmark not defined.
2.7.1. Tegangan Listrik	Error! Bookmark not defined.
2.7.2. Arus Listrik	Error! Bookmark not defined.
2.7.3. Faktor Daya.....	Error! Bookmark not defined.
2.7.4. Daya Listrik	Error! Bookmark not defined.
2.8. Motor Listrik	Error! Bookmark not defined.
2.9. <i>Variable Speed Drive</i> (VSD)	Error! Bookmark not defined.
2.10. Sistem Boiler.....	Error! Bookmark not defined.
2.11. <i>Heating, Ventilation and Air Conditioning</i> (HVAC).....	Error!
Bookmark not defined.	

2.12. Tarif Dasar Listrik PLN	Error! Bookmark not defined.
2.13. Analisis Ekonomi Proyek.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1. Lokasi dan Jadwal Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.1.1. Lokasi Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.2. Jadwal Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2. Jenis Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3. Kerangka Pikir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.5. Jenis dan Sumber Data	Error! Bookmark not defined.
3.6. Teknik Pengumpulan Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.6.1. Data Sekunder.....	Error! Bookmark not defined.
3.6.2. Data Primer	Error! Bookmark not defined.
3.7. Teknik Analisis Data.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Potret Energi PT Phapros Tbk	Error! Bookmark not defined.
4.2 Energi Listrik	Error! Bookmark not defined.
4.3 Compressed Natural Gas (CNG)....	Error! Bookmark not defined.
4.4 Bahan Bakar Solar.....	Error! Bookmark not defined.
4.5 Intensitas Konsumsi Energi (IKE) .	Error! Bookmark not defined.
4.6 Biaya Energi.....	Error! Bookmark not defined.
4.7 Sistem Boiler.....	Error! Bookmark not defined.
4.8 Sistem HVAC	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN A.....	Error! Bookmark not defined.
Data – Data Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Kurva Hubungan Persentase Ketidakseimbangan Tegangan dengan Derating Factor.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2. Segitiga Daya (Barlian *et al.*, 2020)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3. Flow Diagram Daya Aktif Motor Induksi Tiga Fasa (Wildi, 2002)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4. Rangkaian Dasar Variable Voltage Frequency Drive (Herman, 2010)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5. Perbandingan Konsumsi Listrik Tanpa Inverter dan Dengan Inverter (Atmam *et al.*, 2018)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6. Diagram Distribusi Steam (Hernawan, 2021)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7. Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (Tariff Adjustment) Periode Oktober – Desember 2022 (Perusahaan Listrik Negara, 2022)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1. Flowchart Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2. Nameplate Boiler Kapasitas 1 Ton/Jam**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3. Nameplate Boiler Kapasitas 1,5 Ton/Jam**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4. Nameplate Chiller 1**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5. Nameplate Chiller 2**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.6. Nameplate Chiller 3**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.7. Nameplate Chiller 4**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.8. Nameplate Chiller 5**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.9. Nameplate Chiller 6**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.13. Denah Zona Ruang Line Kemas 7, Selasar dan Viewing 5 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.1. Sistem referensi energi.....**Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4.2. Profil konsumsi energi total (Periode 2019-2021)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3. Profil konsumsi energi tahunan.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.4. Sumber energi listrik (Photo Panel/Metering PLN dan Genset)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5. Diagram sistem kelistrikan utama..**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.6. Pola pemakaian energi listrik (basis area)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.7. Distribusi pemakaian energi listrik area produksi 1..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.8. Distribusi pemakaian energi listrik area produksi 2..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.9. Distribusi pemakaian energi listrik area produksi 3..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.10. Distribusi pemakaian energi listrik area produksi 4..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.11. Distribusi pemakaian energi listrik area produksi 5..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.12. Distribusi energi listrik total (basis area)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.13. Distribusi energi listrik total (basis peralatan)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.14. Distribusi pemakaian listrik HVAC**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.15. Profil konsumsi energi listrik dan biaya**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.16. Profil konsumsi energi listrik total (WBP dan LWBP)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.17. Profil konsumsi dan nilai SEC bahan bakar CNG **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.18. Profil konsumsi solar**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.19. Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.20. Nilai target IKE PT Phapros Tbk...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.21. Pola penggunaan energi pada sistem boiler#1**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.22. Distribusi pemakaian energi listrik sistem HVAC..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.23. Sistem pengkondisian udara gedung H**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.24. Skematik sistem HVAC**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

- Tabel 1.1. Hasil dan Gap Penelitian Terdahulu...**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.1. Efisiensi Minimum dari Peralatan Tata Udara yang Dioperasikan dengan Listrik (Husodo & Br. Siagian, 2014)**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.1. Jadwal Penelitian**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.2. Data Konsumsi Energi Listrik 2019-2021**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.3. Data Konsumsi Energi CNG 2019-2021**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.4. Data Konsumsi Energi Solar 2019-2021**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.5. Data Hasil Produksi 2019-2021.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.6. Instrumen Pengukuran Parameter HVAC**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.1. Profil penggunaan energi total PT Phapros Tbk**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.2. Perbandingan nilai IKE aktual terhadap IKE optimal**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.3. Proyeksi nilai IKE berdasarkan nilai produksi**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.4. Nilai energi dan macam produksi**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.5. Nilai kinerja energi dari macam produksi**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.6. Biaya operasional Perusahaan (Basis Energi)**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.7. Konsumsi Energi dalam satuan emisi CO₂**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.8. SEC sistem boiler#1**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.9. Nilai efisiensi (metode langsung)**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.10. *Cost of Steam***Error! Bookmark not defined.**

- Tabel 4.11. Estimasi peningkatan kinerja energi dengan penggantian boiler **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.12. Data desain sistem HVAC**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.13. Performa sistem HVAC**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.14. Rasio COP dan SEC pada sistem HVAC**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.15. Estimasi peningkatan kinerja energi pada sistem HVAC **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel L.1. Distribusi Energi Listrik Area Produksi 1**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel L.2. Distribusi Energi Listrik Area Produksi 2**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel L.3. Distribusi Energi Listrik Area Produksi 3**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel L.4. Distribusi Energi Listrik Area Produksi 4**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel L.5. Distribusi Energi Listrik Area Produksi 5**Error! Bookmark not defined.**